

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-132591

(43)Date of publication of application : 09.05.2003

(51)Int.Cl.

G11B 7/26

G01B 11/00

G01B 11/26

G01M 11/00

G11B 7/005

(21)Application number : 2001-329813

(71)Applicant : HAMAMATSU METRIX KK

(22)Date of filing : 26.10.2001

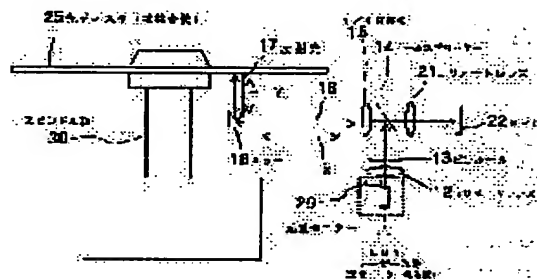
(72)Inventor : YOSHIDA SHINJI

## (54) OPTICAL-DISC INSPECTING DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an optical-disc inspecting device which can multilaterally inspect inspection items such as the optical tilt angle, deflection of surface and reflectance of an optical disk and so on at a time.

**SOLUTION:** A laser beam source 11; a beam splitter 14 which changes the direction of laser beam from the laser beam source 11; mirrors 18, 19 and 20 which change the direction of the laser beam from the beam splitter 14 to perpendicularly radiate the beam to materials 25 under inspection; mirror-switching means 23 and 24 for setting the mirrors free from a spot optical axis; and a photoreceptor 22 for detecting two-dimensional position which receives the reflected light from the materials 25 under inspection through the beam splitter 14 and detects a light-receiving position; are provided.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

17.09.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-132591

(P2003-132591A)

(43) 公開日 平成15年5月9日 (2003.5.9)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

ターミナル\* (参考)

G 1 1 B 7/26

G 1 1 B 7/26

2 F 0 6 5

G 0 1 B 11/00

G 0 1 B 11/00

B 2 G 0 8 6

11/26

11/26

Z 5 D 0 9 0

G 0 1 M 11/00

G 0 1 M 11/00

T 5 D 1 2 1

G 1 1 B 7/005

G 1 1 B 7/005

Z

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号

特願2001-329813(P2001-329813)

(71) 出願人 501298926

浜松メトリックス株式会社

静岡県浜松市新都田1丁目4番10-8

(22) 出願日

平成13年10月26日 (2001. 10. 26)

(72) 発明者 吉田 信司

静岡県浜松市新都田1丁目4番10-8 浜

松メトリックス株式会社内

(74) 代理人 100100103

弁理士 太田 明男

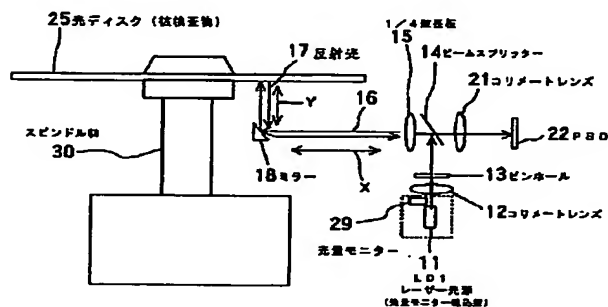
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ディスク検査装置

(57) 【要約】

【課題】 光ディスクのオプティカルチルト角、面振れ量、反射率、などの検査項目を、一度で複合的に検査できる光ディスク検査装置を提供する。

【解決手段】 レーザー光源11と、レーザー光源11からのレーザー光の方向変換させるビームスプリッター14と、ビームスプリッター14からのレーザー光の方向を変換して被検査物25に対して垂直に照射するためのミラー18, 19, 20と、ミラーをスポット光軸から回避させるためのミラー切換手段23, 24と、被検査物25から反射した反射光をビームスプリッター14を介して受光しその受光位置を検出する2次元位置検出用の受光素子22と、を具備する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】レーザー光源と、前記レーザー光源からのレーザー光の方向変換させるビームスプリッターと、前記ビームスプリッターからのレーザー光の方向を変換して被検査物に対して垂直に照射するためのミラーと、前記ミラーをスポット光軸から回避させるためのミラー切換手段と、前記被検査物から反射した反射光を前記ビームスプリッターを介して受光しその受光位置及び反射光の受光量を検出する2次元位置検出用の受光素子と、を具備することを特徴とする光ディスク検査装置。

【請求項2】レーザー光源と、前記レーザー光源からのレーザー光の方向変換させるビームスプリッターと、前記ビームスプリッターからのレーザー光の方向を変換して被検査物に対して垂直に照射するためのミラーと、前記ミラーをスポット光軸から回避させるためのミラー切換手段と、前記被検査物から反射した反射光を前記ビームスプリッターを介して受光しその受光位置及び反射光の受光量を検出する2次元位置検出用の受光素子と、レーザー光源の光量をモニターする第2の受光素子と、を具備することを特徴とする光ディスク検査装置。

【請求項3】前記ミラーがミラー移動手段に搭載されており、被検査物の半径方向に移動可能であることを特徴とする請求項1又は2に記載の光ディスク検査装置。

【請求項4】前記ミラー切換手段が、エアシリンダ、油圧シリンダ、ソレノイド機構、カム機構、又はネジ機構からなるものである請求項1～3のいずれかに記載の光ディスク検査装置。

【請求項5】前記ミラー切換手段が、ミラーの一端部に設けられたミラー回転軸を中心として回転するものである請求項1～3のいずれかに記載の光ディスク検査装置。

【請求項6】レーザー光源と、前記レーザー光源からのレーザー光の方向変換させるビームスプリッターと、前記ビームスプリッターからのレーザー光の方向を変換して被検査物に対して垂直に照射するためのミラーと、前記ミラーをスポット光軸から回避させるためのミラー切換手段と、前記被検査物から反射した反射光を前記ビームスプリッターを介して受光しその受光位置及び反射光の受光量を検出する2次元位置検出用の受光素子と、を具備し、前記2次元位置検出用の受光素子の検出信号を基に前記被検査物のオブティカルチルト角、面振れ量を算出することを特徴とする光ディスク検査装置。

【請求項7】レーザー光源と、前記レーザー光源からのレーザー光の方向変換させるビームスプリッターと、前記ビームスプリッターからのレーザー光の方向を変換して被検査物に対して垂直に照射するためのミラーと、前記ミラーをスポット光軸から回避させるためのミラー切換手段と、前記被検査物から反射した反射光を前記ビームスプリッターを介して受光しその受光位置及び受光量を検出する2次元位置検出用の受光素子と、レーザー光

源の光量をモニターする第2の受光素子と、被検査物を回転させるスピンドルモーターと、を具備し、前記2次元位置検出用の受光素子の検出信号を基に前記被検査物のオブティカルチルト角、面振れ量を算出し、前記2次元位置検出用の受光素子の検出信号と第2の受光素子の検出信号とを基に反射率を算出することを特徴とする光ディスク検査装置。

【請求項8】請求項1～7のいずれかに記載の検査装置において、前記算出したオブティカルチルト角、面振れ量、反射率の結果をそれぞれの設定値と比較し、前記被検査物が所定の規格値内であるか否かを判定することを特徴とする光ディスク検査装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、回転板体等の被検査物の傾き（オブティカルチルト角）、面振れ、反射率等を高精度に検出する技術に関し、特に、CD（コンパクトディスク）、DVD、DVD-R、DVD-R/W、DVD-RAM、CD-R、CD-R/W、MO等の媒体（以下、前記媒体を光ディスクという）のオブティカルチルト角、面振れ量、反射率等を検出するためのオブティカルセンサーユニット及び、それを用いた光ディスク検査装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】CD、DVD、MO等、光ディスクの良否を判定する際、再生ジッター値が重要となる。再生ジッターとは、光ディスクに記録されたデータ再生時の電気信号の時間的揺らぎで、これが大きくなると記録したデータを正しく再生することができない。その原因として、光ディスクの反り、面振れ、特性が大きく影響する。これら特性の欠陥は、光ディスク製造工程で発生し、自重や、製造条件、特に、DVDレプリケーション張り合わせ工程で、光ディスクそのものが微妙に反ってしまい、これが光ディスクの面振れ欠陥となって現れる。又、光ディスクの表面の、コーティング状態、塗布を行った状態が、均一ではない場合、一定の反射率を示さない場合があり、これが原因で同様にデータを正しく再生することができなくなることがある。従来、これらの欠陥は、光ディスク製品の品質を損なうから、インライン全数検査が行われていたが、高精度な光ピックアップを使用した、オブティカルスタイラス法による計測、あるいは、反射率計とレーザー変位計を組み合わせた検査が一般的であった。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】これらの方法は、高精度の光ピックアップをセンサーとする場合では、構造は複雑で小型になりにくい、低速でインライン検査には不向き、高額となる等の問題も多く、反射率計とレーザー変位計を組み合わせた場合では、低速のため、タクトタイムの制限があり、あるいは、光ディスク記録部のラン

ドグループの形状で、計測自体が行えない場合があった。更に、高精度の光ピックアップ、レーザー変位計、反射率系それぞれを、省スペースを必要とする小型検査装置1台に、同時に組み込むことは、かなり困難であった。

【0004】また最近の、高密度記録のDVDは0.6mm厚のサブストレート張り合わせとなり微細化したトラックピッチは0.74 $\mu$ 、レーザースポットも1 $\mu$ 以下で、一段と高密度化が進行し、外観上の欠陥のみならず、機械的、光学的な諸条件の許容値、及び限界値は極めて小さい。特に、書込/書換可能なDVD-R、DVD-R/W、DVD-RAM、CD-R、CD-R/Wではなおさらである。

【0005】更に、高速化が進む光ディスクに、サブミクロンの高精度高速で、フォーカスサーボトラッキングサーボを安定にかけることは容易なことではなく、製品の精度維持が今まで以上に必要となり、光ディスク製造の、レプリカ作成工程、記録層形成、保護膜形成の、各工程に於いて、面振れ、反射率等の、機械・光学特性、全数検査が必要不可欠となり、インライン全数検査工程で検査が高速に行えると同時に、保守性にも優れ、低価格であること等、効果的な生産性向上が行える検査装置の登場が近時要求されている。本発明の課題は、これらの諸要求を実現するため、簡易で高速に光ディスクを検査ができる光ディスク検査装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の光ディスク検査装置は、レーザー光源と、レーザー光源からのレーザー光の方向変換させるビームスプリッターと、ビームスプリッターからのレーザー光の方向を変換して被検査物に対して垂直に照射するためのミラーと、ミラーをスポット光軸から回避させるためのミラー切換手段と、被検査物から反射した反射光をビームスプリッターを介して受光しその受光位置及び反射光の受光量を検出する2次元位置検出用の受光素子と、を具備することを特徴とする。また、本発明の光ディスク検査装置は、レーザー光源と、レーザー光源からのレーザー光の方向変換させるビームスプリッターと、ビームスプリッターからのレーザー光の方向を変換して被検査物に対して垂直に照射するためのミラーと、ミラーをスポット光軸から回避させるためのミラー切換手段と、被検査物から反射した反射光をビームスプリッターを介して受光しその受光位置及び反射光の受光量を検出する2次元位置検出用の受光素子と、レーザー光源の光量をモニターする第2の受光素子と、を具備することを特徴とする。これらの光ディスク検査装置は、ミラーがミラー移動手段に搭載されており、被検査物の半径方向に移動可能であることが望ましく、ミラー切換手段が、エアシリンダ、油圧シリンダ、ソレノイド機構、カム機構、又はネジ機構からなるものであったり、ミラーの一端部に設けられたミラー回

転軸を中心として回転するものであることが望ましい。さらに、本発明の光ディスク検査装置は、レーザー光源と、レーザー光源からのレーザー光の方向変換させるビームスプリッターと、ビームスプリッターからのレーザー光の方向を変換して被検査物に対して垂直に照射するためのミラーと、ミラーをスポット光軸から回避させるためのミラー切換手段と、被検査物から反射した反射光をビームスプリッターを介して受光しその受光位置及び反射光の受光量を検出する2次元位置検出用の受光素子と、を具備し、2次元位置検出用の受光素子の検出信号を基に被検査物のオブティカルチルト角、面振れ量を算出することを特徴とする。さらに、本発明の光ディスク検査装置は、レーザー光源と、レーザー光源からのレーザー光の方向変換させるビームスプリッターと、ビームスプリッターからのレーザー光の方向を変換して被検査物に対して垂直に照射するためのミラーと、ミラーをスポット光軸から回避させるためのミラー切換手段と、被検査物から反射した反射光をビームスプリッターを介して受光しその受光位置及び受光量を検出する2次元位置検出用の受光素子と、レーザー光源の光量をモニターする第2の受光素子と、被検査物を回転させるスピンドルモーターと、を具備し、2次元位置検出用の受光素子の検出信号を基に被検査物のオブティカルチルト角、面振れ量を演算し、2次元位置検出用の受光素子の検出信号と第2の受光素子の検出信号とを基に反射率を算出することを特徴とする。また、本発明の光ディスク検査装置は、前記オブティカルチルト角、面振れ量、反射率、の結果をそれぞれの設定値と比較し、前記被検査物が所定の規格値内であるか否かを判定することを特徴とする。

【0007】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明の光ディスク検査装置の実施の形態を詳細に説明する。図1に、本発明の一実施形態としての、光ディスク検査装置の基本構成を示す。図1において、レーザー光源(LD1)11から上向き方向に出たレーザー光は、コリメートレンズ12で、コリメーション(平行光線束化)され平行光となり、ピンホール13で、 $\phi 1$ mm程度の平行スポットレーザー光となり、ビームスプリッター14で反射されて進行方向を水平方向(X方向)に変えられ、1/4波長板15を通過して円偏波の $\phi 1$ mmのスポット状平行レーザー光となる。そして、スピンドル軸30により回転可能に支持された光ディスク25の下部に固定設置された、ミラー18表面に照射される。ここで、ミラー18は、X方向のスポット光軸16上に設置されており、ミラー18表面に入射したスポット光は、進行方向を垂直方向(Y方向)に変えられ、光ディスク25表面に対し垂直に照射される。

【0008】光ディスク25表面に対し直角に入射したスポット光は、反射の法則に従って、反射スポット光17となって、元来た道筋をたどり、ミラー18表面で水

平方向（X方向）に進行方向を変えられ、1/4波長板15及びビームスプリッター14を通過し、コリメートレンズ21で、後部に設置されている受光素子（PSD）22表面に結像する。ここで、受光素子（PSD）としては、例えば、焦点距離fに配置した2次元受光素子（2次元ポジションセンシティブディテクター；Position sensitive detector）等が挙げられる。この2次元受光素子は、2次元位置検出用の位置検出器であり、本構成の光学構造は、一種のオートコリメーターを構成し、後記するように光ディスクの、オブティカルチルト角を検査することに用いられる。なお、2次元受光素子（PSD）は、平板状シリコンの表面にP層、裏面にN層、中間の1層から構成され、2次元受光素子（PSD）に入射された光は光電変換されて光電流としてP層又はN層に付けられた電極から分割出力され、入射エネルギーとは無関係に、演算で光の入射位置を求めることができる。

【0009】図2は、本発明の他の実施形態を示す概略図であり、(a)はその平面図であり、(b)はその正面図である。本実施の形態においては、ミラーは、X方向のスポット光軸16上に複数個が設置されている。図2に示すように、例えば、3個のミラーが設置されている場合を述べると、レーザー光源（LD1）11に近い位置に設置されたミラー19、ミラー20は、X方向のスポット光軸16上の設置位置を回避できるように、ミラー切替手段23、24を有している。このミラー切替手段23、24の駆動によって、スポット状のレーザー光は、ミラー18、19、20表面のそれぞれを照射することができる。すなわち、レーザー光源（LD1）11に近い位置に設置されたミラー20が、X方向のスポット光軸16上に位置している場合は、スポット状のレーザー光は、ミラー20によって反射され、光ディスク25の外周部28で入・反射する。

【0010】また、レーザー光源（LD1）11から近い位置に設置されたミラー19、及びミラー20が、ミラー切替手段23、24によって、X方向のスポット光軸16上の位置を回避している場合は、スポット状のレーザー光は、レーザー光源（LD1）11から最も遠い位置に設置されたミラー18によって反射され、光ディスク25の内周部26で入・反射する。さらに、ミラー20がX軸上の位置を回避しており、中間の位置にあるミラー19がX軸上の位置にある場合は、スポット状のレーザー光は、ミラー19によって反射され、光ディスク25の半径方向中間部27で入・反射する。このように、レーザー光を反射させるミラーを切替えることにより、一台のレーザー光源を用いて、瞬時に光ディスク25の半径方向の複数箇所にレーザー光を照射することができる。

【0011】次に、レーザー光を反射させるミラーを切り換えるための、ミラー切替手段23、24について説

明する。図3及び図4は、本発明のミラー切替手段を示す概略図である。図3に示すように、ミラー19及びミラー20には、ミラー19、20を、X方向のスポット光軸16から、ミラー位置を回避するためのミラー切替手段23、24が設けられており、ミラー19及びミラー20を、それぞれ矢印P、Q方向に出没自在に移動可能とされている。ミラー19、20が設置される位置は、図3では、被検査物と平行方向（水平方向）に回避する形態を示しているが、被検査物の下方向に回避する形態でもよい。このようなミラー切替手段23、24としては、エアーシリンダ、油圧シリンダ、ソレノイド機構、カム機構、ネジ機構などを用いることができる。カム機構を用いる場合は、ミラー切替手段23、24に、小型モーターM1、M2を取り付けた回転型のカム31、32を設け、ミラー位置を回避する場合は、小型モーターM1、M2に、回転を与えれば、同様に、ミラー19、20が矢印P、Q方向に出没自在に移動が可能となる。なお、ミラー19、20の回避方向は、スポット光軸16に対し、下方又は水平方向に移動するように設けられているが、検査装置内のスペースがあれば、斜めなどでもよく、その方向は問わない。また、図4に示すように、ミラー下部に回転軸を設け、矢印R、S方向にミラー19、20を、回転軸33、34を回転中心として転倒させる手段を用いることもできる。

【0012】なお、上記ミラー18、19、20は、単独又は複数で、ミラー移動手段35上に設置されていてもよい。このミラー移動手段35を矢印T方向に移動させることにより、光ディスク25やレーザー光源（LD1）11と、ミラー18、19、20との相対的位置関係を調節することができる。ミラー移動手段35を矢印T方向に移動させるには、エアーシリンダ、油圧シリンダ、カム機構、ネジ機構などを用いることができる。上記ミラー18、19、20の、それぞれが成す間隔も、光ディスク25の被検査箇所に応じた位置にスポット光を照射できるように位置調整が可能である。また、ミラーの設置個数は、1個に限らず、2個又は4個以上など、検査する箇所の数によって適宜決められる。

【0013】以上は、固定した被検査物に対して複数のミラーを一直線状に配設し、ミラーを順次切換えて検査する場合の態様を説明したものであるが、次に、被検査物を一回転させることにより、ミラーで反射されたスポット光を被検査物に照射し、被検査物の回転方向を検査することができる。この場合も、ミラー切替手段により複数のミラーを順次切り換えて用いることで、被検査物のほぼ全面を検査することができる。

【0014】（オブティカルチルト角）次に、本装置を用いて、オブティカルチルト角（＝傾き）を検査する実施の形態を説明する。図1において、スポット光が光ディスク25に対して直角に入射すれば、反射光17も元来た道筋をそのままとり、受光素子（PSD）22表

面上に結像する座標位置は原点である。しかし、光ディスク25が、反りなどが原因で完全フラットな状態でない場合は、スポット光は光ディスク25に対して直角に入射せず、光ディスク25からの反射光17も元来た道筋とは異なる道筋をたどり、受光素子(PSD)22表面上に結像する座標位置は原点からずれた位置になる。このずれた距離を計測することにより光ディスク25のオプティカルチルト角を検査することができる。

【0015】さらに、スポット光を反射させるミラーを切換えて光ディスクの異なる位置を照射し、その反射光のそれぞれの結像位置を、受光素子(PSD)22表面上で測定することにより、光ディスク25のオプティカルチルト角の連続的变化を検査することができる。そして、光ディスク25をスピンドル軸30中心に一回転させると、光ディスク25の回転方向のオプティカルチルト角の連続的变化も検査することができる。しかし、受光素子(PSD)22上に結像する座標位置は、スピンドル軸30自体の傾き量を含むため、これらスピンドル軸自体の変位量をあらかじめ別手法で計測し、実際の計測データから差し引いて信号分離(補正)を行うことで、光ディスクのオプティカルチルト角を正確に検査することが可能となる。

【0016】(オプティカルチルト角 $\alpha$ の算出)次に、図5を用いて、受光素子(PSD)22からの出力信号を用いて具体的にオプティカルチルト角 $\alpha$ を算出する方法を説明する。オプティカルチルト角 $\alpha$ の検出には、反射スポット光を、受光素子(PSD)22で受光することによって、入射角/反射角の距離(原点-反射光結像\*

\*座標間の距離)を計算し、光ディスクの傾き=オプティカルチルト角 $\alpha$ を算出することができる。すなわち、図5において、受光素子(PSD)22受光面上でのX軸方向の距離 $dx$ (Y軸方向の距離は $dy$ )を、 $\alpha = dx / 2f$ の計算式を用いてオプティカルチルト角 $\alpha$ を算出することができる。

【0017】(面振れ量Hの算出)次に、表1及び図6を用いて光ディスクの面振れ量Hの算出方法を説明する。表1は、オプティカルチルト角 $\alpha$ を6点検査して各検査点における検出角度を $\alpha 1 \sim \alpha 6$ として、その場合の各検査点における高さ、累積高さ変位(面振れ量)を算出する方法の一実施の形態を示したものである。図6は、表1に基づき算出した面振れ量Hを縦軸とし、検査点位置を横軸としてグラフ化したものである。この方法を詳しく説明すると、まず、ミラー18で反射したスポット光を、光ディスクを1周回転させて、円周方向に一定間隔( $\Delta c$ )毎にオプティカルチルト角( $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、 $\alpha 3 \dots$ )を検査する。検査ポイント間隔( $= \Delta c$ )毎に各検査ポイントでのオプティカルチルト角 $\alpha$ の変位量 $\Delta h (= \Delta c \tan \alpha)$ を計算し、これらの変位量 $\Delta h$ を累積加算することにより、各検査ポイントでの面振れ量を、 $H1$ 、 $H2$ 、 $H3 \dots$ として算出し、図6の面振れ変位量曲線L1を描くことができる。なお、図6に示す面振れ変位量曲線L1は、面振れ量Hは計測開始点を基準としている。

【0018】

【表1】

各測定点における検出角度	各測定点における高さ	累積高さ変位(面振れ量)
$\alpha 1$	$\Delta h1 (= \Delta c \tan \alpha 1)$	$H1 (= \Delta h1)$
$\alpha 2$	$\Delta h2 (= \Delta c \tan \alpha 2)$	$H2 (= H1 + \Delta h2)$
$\alpha 3$	$\Delta h3 (= \Delta c \tan \alpha 3)$	$H3 (= H2 + \Delta h3)$
$\alpha 4$	$\Delta h4 (= \Delta c \tan \alpha 4)$	$H4 (= H3 + \Delta h4)$
$\alpha 5$	$\Delta h5 (= \Delta c \tan \alpha 5)$	$H5 (= H4 + \Delta h5)$
$\alpha 6$	$\Delta h6 (= \Delta c \tan \alpha 6)$	$H6 (= H5 + \Delta h6)$

【0019】面振れ量Hは、上記で説明した円周方向の面振れ量と、半径方向の面振れ量と円周方向の面振れ量と両方向を算出する。すなわち、光ディスクのトラックの周方向面振れ量と、光ディスクの半径方向の面振れ量とを、前述した算出式、 $\Delta h1 = \Delta c \cdot \tan \alpha$ に基づいてそれぞれ算出し、図6に示す面振れ変位量曲線L1を描く。この面振れ量は絶対値を計測する必要はなく、相対的基準点を、例えば、「光ディスククランプエリアの最外周」とすることが計算上の都合から好ましい。また、面ぶれの加速度を求める場合には、オプティカルチルト角(角度データ)を、1階微分することで算出できる。

【0020】(反射率の計測)次に、反射光の光量の微細な変化を連続的に計測することにより、光ディスクの

反射率を検査することができる。図1において、レーザー光源(LD1)11から出たレーザー光は、コリメートレンズ12で平行光となり、ピンホール13でスポット光となり、ビームスプリッター14で曲げられ、1/4波長板15で円偏波となり、ミラー18で、曲げられ、光ディスク(被検査物)25に照射される。照射されたスポット状のレーザー光は反射され、ミラー18で曲げられ、1/4波長板15をを通り、ビームスプリッター14を通過し、コリメートレンズ21で、受光素子(PSD)22に結像される。

【0021】受光素子(PSD)22は、受光したレーザースポット光の重心位置を測定すると同時に、その光エネルギー(受光量)の強度を測定することができる。レーザー光源(LD1)11には、自身のレーザー出力

強度を計測するために内部に第2の受光素子（フォトディテクター、PD1）29を組み込んであることが好ましく、レーザー光源（LD1）11の、レーザー出力を直接モニター計測できる。この、レーザー光源（LD1）11のレーザー出力から、受光量を差し引いた値の比率を、反射率として算出することができる。本発明の実施の形態において、光ディスクの反射率 $r$ は次の

(1) 式を用いて算出できる。

$$r = n1 \cdot p1 / p0 \cdots (1)$$

ここで、 $p1$ は受光素子（PSD）での反射光の受光光量強度、 $p0$ はレーザー出力モニター強度、 $n1$ は、光ディスクの材質や、光学系の持つ固有の定数である。

【0022】（光ディスク検査装置）次に、本発明の光ディスク検査装置を用いて、光ディスクの自動検査を行う場合について説明する。図7は、本発明の光ディスク検査装置及びそれに付属する装置における信号処理を示す一実施の形態を示す。

【0023】（A/Dコンバーター）図7に示すように、A/Dコンバーター51には、2次元位置検出用及び受光量検出素子である受光素子（PSD）22からの、受光レーザースポットのX座標（位置）データ、Y座標（位置）データ、受光光量データが入力される。そして、バッファードA/Dコンバーター51は、サンプリングされた受光素子（PSD）からの受光光量のデータを平均化し、一定受光光量となるようレーザー制御回路53を経由して、半導体レーザー光源（LD1）の光量出力をフィードバック制御される。なお、A/Dコンバーター51は、高速性能を維持するために、最高10MHzサンプルまで動作できる能力を持つことが好ましい。

【0024】（レーザー出力制御）レーザー光源（LD1）には、5mW程度の出力が可能な、出力監視のための半導体レーザー光量モニターである第2の受光素子PD1が組み込まれた物を採用することが好ましい。また、受光素子（PSD）22のリニアリティーをよくするため、受光素子（PSD）22上で受光量が一定となるようにフィードバック制御を行うことを目的に、レーザー制御回路53を設けることも好ましい。

【0025】なお、本実施の形態では、レーザー光源（LD1）のレーザーダイオード自体に組み込まれた、第2の受光素子PD1（半導体レーザー光量モニター）の光量データは、光ディスクの反射率検査時に、レーザー光源（LD1）のレーザー光出力を直接検査し、レーザー光源（LD1）が劣化等で、出力異常を発生した場合の監視も同時に実施できるような構成にすることが好ましい。

【0026】（プロセスコントローラー）本実施の形態においては、プロセスコントローラー54は、スピンドル30に光ディスクの吸着（スピンドルに固定する）、等の制御を行う役割を有する。更に、本検査装置全体

の、制御や動作中のステータスを監視し、外部に設置したハンドリング用ロボットに制御信号を出力する役割も有する。又、ミラー切換のための制御指令を発する役割を有する。

【0027】（サーボモーターコントローラー）本実施の形態においては、サーボモーターコントローラー59は、スピンドル軸30を回転させるスピンドルモーター55の回転制御を実施する（モータードライバー）。また、スピンドルモーター55に取り付けた、エンコーダーからのパルスを読みとり、回転角の位置の監視を同時に行う（エンコーダー制御回路56）。

【0028】（ミラー切換手段の制御）本実施の形態においては、ミラー切換手段制御回路57は、光ディスクの計測位置を変えるために、光軸上から回避させるためのシリンダーを動作させるために設置され、その指令をプロセスコントローラーから受け取っている。

【0029】（システム制御CPU）本実施の形態においては、システム制御CPU60は、光ディスク検査装置全体を制御し、プログラムの保持、データの保存のためのハードディスクドライブHDD、プログラム設定のためのCD-ROM、FDD、ホストCPUとの接続のためのネットコントローラー等を備えている。運転のための、コンソールとして、CRTディスプレイ装置、欠陥の報告のためにプリンター装置も付属させることが好ましい。

【0030】次に、図8～図13に、本発明の光ディスク検査装置を用いて、光ディスクを連続的に検査する場合のフローチャートを示して説明する。本実施の形態では、サンプリング数は、半径側3点（3トラック）、周方向2048点に分割して計測する場合を説明する。

【0031】図8に光ディスクを連続的な検査を行う場合のメインフローを示す。図8において、計測スタート①すると、本発明の光ディスク検査装置は、次のフローで自動化されている。

- ・データのサンプリングをする（#1）。
- ・オブティカルチルト角の算出をする（#2）。
- ・面振れ量／面振れ加速度の算出をする（#3）。
- ・反射率算出をする（#4）。
- ・結果の総合判定をする（#5）。

【0032】次に、図9を用いて、ミラー切換手段23、24を用いた場合の例をとって、図8で示した#1のデータのサンプリングの行程をステップを追ってさらに詳細に述べる。まず、図8の計測スタート①の後、

- ・データのサンプリングを開始する（S1）。
- ・スピンドル軸30を起動、ミラー19、20（図2参照）をX方向のスポット光軸13から回避させておき、レーザー光源（LD1）11からのスポット光をミラー18に照射し、半径方向の計測位置を示すトラックカウンタ=0のセットをする（S2）。
- ・そしてスピンドル軸30の回転速度が測定が行える、一定速度に達するまで待機する（S3）。



・スピンドル軸30の回転速度が計測可能な速度に達したら、データサンプルを始める前に、サンプルカウンタ=0としておく(S4)。

・各トラック位置の、回転周方向にサンプリングするサンプル位置を把握するため、回転サンプル位置を示すエンコーダーからのパルスを受信するまで待機する(S5)。

【0033】・エンコーダーパルスを受信したら、次のデータを直ちに読みとる。

a. 第2の受光素子(PSD)のX位置データ(オブチカルチルト算出用)

b. 第2の受光素子(PSD)のY位置データ(オブチカルチルト算出用)

c. 第2の受光素子(PSD)の光量データ(反射率算出用)

d. レーザー光源(LD1)の発光光量データ(反射率算出用)

a~dを実行後次のサンプリングのためにサンプルカウンタ+1を実施する(S6)。

・サンプルカウンタ+1を実行した結果、サンプルカウンタ=2048となったか調べ、達していない場合には2048点サンプリングを終了するまで繰り返す(S7)。

・1トラック、1周2048点のサンプリングが終了した場合、計測トラックカウンタ+1を実施する(S8)。

・計測トラックカウンタ=1で無い場合は、計測トラックカウンタ=2になっていないか調べるために次のシーケンス(S11)に移動する(S9)。

・計測トラックカウンタ=1の場合は、次のトラック位置を計測するために、ミラー19に対し、測定位置移動制御を直ちに実施し(S10)、位置移動に要する時間を待って、次のサンプリングのシーケンス(S4)に移動する。この結果レーザー光源(LD1)11からのスポット光はミラー19に照射される(S10)。

・計測トラックカウンタ=2でも無い場合は、計測トラックカウンタ=3と判断してデーターサンプリング終了シーケンス(S13)に移動する。(S11)

・計測トラックカウンタ=2の場合は、次のトラック位置を計測するために、ミラー20に対し、測定位置移動制御を直ちに実施し、位置移動に要する時間を待って、次のサンプリングのシーケンス(S4)に移動する。この結果レーザー光源(LD1)11からのスポット光はミラー20に照射される(S12)。

・すべてのデータサンプリングシーケンスを終了するため、スピンドル軸30に、停止指令を出し、ミラー19、20をX方向のスポット光軸16から回避させ、次の計測に備えておく(S13)。

・ここで、データーサンプリング行程を終了する(S14)。

【0034】次に、図10を用いて、図8で示した#2のオブチカルチルト算出行程をステップを追ってさらに詳細に述べる。まず、図9の③の後、

・オブチカルチルトの算出を開始する(S15)。

・算出を開始する前に、計測位置を示すトラックカウンタ=0のセットをする(S16)。

・第2の受光素子(PSD)のデータ、1周2048点の、第2の受光素子(PSD)のX位置データ、第2の受光素子(PSD)のY位置データを換算して、dx(dy)データとし、焦点距離fより、 $\beta$ 角、 $\alpha$ 角(チルト角)を1トラック分2048点を順次算出する(S17)。

・次のトラック位置を算出するために、トラックカウンタ+1を実施する(S18)。

・トラックカウンタ=3となったかどうか確認し、なっていない場合には、次のトラック位置の算出を行うために移動(S17)する(S19)。

・サンプリングした全データを算出した結果を、必要に応じてCRTディスプレイに3トラック分、周方向に作図する(S20)。

・ここで、オブチカルチルトの算出行程を終了する(S21)。

【0035】次に、図11を用いて、図9で示した#3の面振れ量及び、面振れ加速度の算出行程をステップを追ってさらに詳細に述べる。まず、図10の④の後、

・面振れ量及び、面振れ加速度の算出を開始する(S22)。

・算出を開始する前に、計測位置を示すトラックカウンタ=0のセットをする(S23)。

・前項の受光素子(PSD)のデータ、1周2048点の、受光素子(PSD)のX位置データ、受光素子(PSD)のY位置データを換算して、dx(dy)データとし、焦点距離fより、 $\beta$ 角、 $\alpha$ 角(オブチカルチルト角)を1トラック分2048点を順次算出(S17)したが、このチルトデータから、オブチカルチルト $\alpha$ 角の、トラック2048点の、全データを、 $\Delta h1 = \Delta c \tan \alpha$ で、周方向各測定点の高さ変位を計算する(S24)。

・オブチカルチルト $\alpha$ 角の、トラック2048点の、全データを(角度データ)1階微分して周方向面振れ加速度計算する(S25)。

・ここで、周方向の累積高さ変位(周方向面振れ量)を計算する(S26)。

・次のトラック位置を算出するために、トラックカウンタ+1を実施する(S27)。

・トラックカウンタ=3となったかどうか確認し、なっていない場合には、次のトラック位置の算出を行うために移動(S24)する(S28)。

・サンプリングした全データを算出した結果を、必要に応じてCRTディスプレイに3トラック分、周方向に作

図する(S29)。

・ここで、面振れ量及び、面振れ加速度の算出行程を終了する(S30)。

【0036】次に、図12を用いて、図9で示した#4の反射率算出行程をステップを追ってさらに詳細に述べる。まず、図11の⑤の後、

・反射率の算出を開始する(S31)。

・算出を開始する前に、計測位置を示すトラックカウンタ=0のセットをする(S32)。

・前項のデータ、1周2048点の、第2の受光素子(PSD)の光量データ、及び、半導体レーザー光源(LD1)11の発光光量データから、同位置周方向の、 $p_0$ 、 $p_1$ 、2048計測データより反射率 $r = n_i \cdot p_1 / p_0$ を2048の各測定点で計算する(S33)。ここで、 $p_1$ は受光素子(PSD)での反射光の受光光量強度、 $p_0$ は、レーザー光源(LD1)11のレーザー出力モニター強度、 $n_1$ は、光ディスクの材質や、光学系の持つ固有の定数である。

・次のトラック位置を算出するために、トラックカウンタ+1を実施する(S34)。

・トラックカウンタ=3となったかどうか確認し、なっていない場合には、次のトラック位置の算出を行うために移動(S33)する(S35)。

・サンプリングした全データを算出した結果を、必要に応じてCRTディスプレイに3トラック分、周方向に作図する(S36)。

・ここで、反射率の算出行程を終了する(S37)。

【0037】次に、図13を用いて、図9で示した#5の結果の判定行程をステップを追ってさらに詳細に述べる。まず、図12の⑥の後、

・結果の判定を開始する(S38)。

・前項で行ったチルト角算出が設定値を超えたかどうかを判定する(S39)。

・チルト角が、設定値を超えた場合、チルト欠陥ありとして、その欠陥位置、その欠陥データを、CRTディスプレイに表示し、ホストCPUに合わせて報告する(S40)。

・前項で行った径方向の面振れ量算出が、設定値を超えたかどうかを判定する(S41)。

・面振れ量が、設定値を超えた場合、面振れ欠陥ありとして、その欠陥位置、その欠陥データを、CRTディスプレイに表示し、ホストCPUに合わせて報告する(S42)。

・前項で行った径方向の面振れ加速度算出が、設定値を超えたかどうかを判定する(S43)。

・面振れ加速度が、設定値を超えた場合、面振れ加速度欠陥ありとして、その欠陥位置、その欠陥データを、CRTディスプレイに表示し、ホストCPUに合わせて報告する(S44)。

・前項で行った反射率算出が、設定値を超えたかどうか

を判定する(S45)。

・反射率が、設定値を超えた場合、反射率欠陥ありとして、その欠陥位置、その欠陥データを、CRTディスプレイに表示し、ホストCPUに合わせて報告する(S46)。

・ここで、結果判定行程を終了する(S47)。

【0038】

【実施例】次に、本発明の光ディスク検査装置を用いた光ディスクの検査の一実施例を説明する。本実施例では、レーザースポット光を、扱いやすい $\phi 1\text{mm}$ とした。被検査物である $\phi 120\text{mm}$ の光ディスク(25)の検査位置をスピンドル(30)の軸を中心に、最内周25mmの位置、中周40mm位置、更に、最外周58mmの3トラック位置を測定できるように、ミラー18、19、及び20を設置し、ミラー19及び20のミラー切換手段は、実施例ではエアシリンダーを使用して、位置回避動作を行った。又、各トラックのサンプリング数を2048点とし、パルスを発生するエンコーダーを設置し、正確なサンプリング位置を得ることができるようにした。又、スピンドルには、ディスククランプ機構として、エアークランプ機構を採用しスピンドルの固定を0.2以内で実施できるようにした。

【0039】本実施例では、スピンドル(30)の回転数を変更できるようにし、300回転から2400回転程度で運用できるように構成し、その結果、1.5秒以内の、高速タクトが実現できた。その具体的な数値を以下に示す。

・スピンドル固定時間：0.15秒

・モーター加速時間：0.2秒

・実検査スキャン時間：0.8秒(ミラー切換制御を含む)

・モーター減速時間：0.2秒

・スピンドル固定解除：0.15秒

合計： $\approx 1.5$ 秒以内

このように、本実施例では、総合的な検査タクトタイムは、生産性向上を考慮し、検査時間を1.5秒以内に終了することができた。

【0040】

【発明の効果】従来、別検査ステージで個別に行われていた個々の検査が、本発明の検査装置を使用すれば、面振れ量Vertical Run-out、面振れ加速度Vertical acceleration、などの機械特性や、オプティカルチルト角Optical tilt、反射率Reflectivity、などの光学特性の項目を、一度の検査で短時間に簡易に検査できる。さらに、本発明の光ディスク検査装置は、装置の光学系、機構系の構造が簡単であり、保守性にも優れ、高精度、高速であり、低価格な検査装置が構成できる。そして、本発明の光ディスク検査装置は、光ディスクの製造工程のインライン全数検査、あるいは、光ディスクの評価試験までを高速で実施できる。さらに、本発明の光ディスク

15

検査装置は、高速、高分解能、高精度で、検査範囲も広く、再現性に優れ、DVD、MO、CD等の、R、R/W、RAM等、サブストレートを含めて検査できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態としての、光ディスク検査装置の基本構成を示す概略図である。

【図2】本発明の他の実施形態を示す概略図である。

【図3】本発明のミラー切換手段を示す概略図である。

【図4】本発明のミラー切換手段の他の実施形態を示す概略図である。

【図5】受光素子（PSD）からの出力信号を用いてオプティカルチルト角 $\alpha$ を算出方法を示す説明図である。

【図6】光ディスクの面振れ量Hの算出方法を示す説明図である。

【図7】本発明の光ディスク検査装置及びそれに付属する装置における信号処理を示す一実施の形態を示す概略図である。

【図8】本発明の光ディスク検査装置を用いて、光ディスクを連続的に検査する場合のメインフローである。

【図9】本発明の光ディスク検査装置を用いて、光ディスクを連続的に検査する場合のメインフローの中の、データサンプリングシーケンスである。

【図10】本発明の光ディスク検査装置を用いて、光ディスクを連続的に検査する場合のメインフローの中の、オプティカルチルト角算出シーケンスである。

【図11】本発明の光ディスク検査装置を用いて、光ディスクを連続的に検査する場合のメインフローの中の、面振れ量/面振れ加速度算出シーケンスである。

【図12】本発明の光ディスク検査装置を用いて、光ディスクを連続的に検査する場合のメインフローの中の、反射率算出シーケンスである。

【図13】本発明の光ディスク検査装置を用いて、光デ

16

ィスクを連続的に検査する場合のメインフローの中の、結果の判定シーケンスである。

【符号の説明】

11： レーザー光源（LD1）

12： コリメートレンズ

13： ピンホール

14： ビームスプリッター

15： 1/4波長板

16： スポット光軸

17： 反射スポット光

18、19、20： ミラー

21： コリメートレンズ

22： 受光素子（2次元受光素子、PSD）

23、24： ミラー切換手段

25： 被検査物である光ディスク

26： 光ディスクの内周部

27： 光ディスクの中間部

28： 光ディスクの外周部

29： 第2の受光素子（光量モニター）

30： スピンドル軸（ディスク回転軸）

51： バッファードA/Dコンバーター

53： レーザー制御回路（半導体レーザー制御回路）

54： プロセスコントローラー

55： スピンドルモーター

56： エンコーダー制御回路

57： ミラー切換制御回路

59： サーボモーターコントローラー

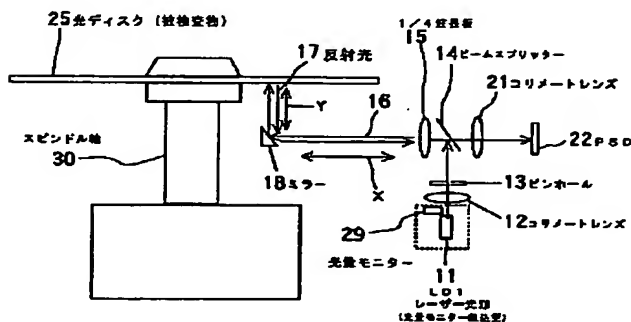
60： システム制御CPU

$\alpha$ ： 光ディスクの傾き（オプティカルチルト角）

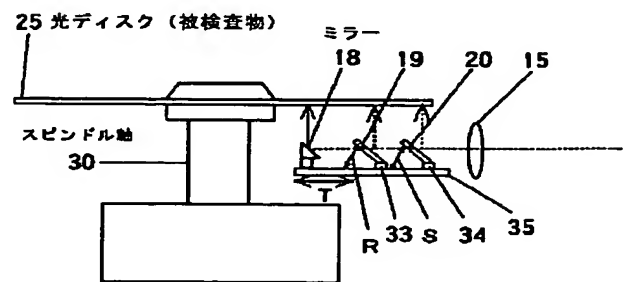
30 H： 面振れ量

L1： 面振れ変位量曲線

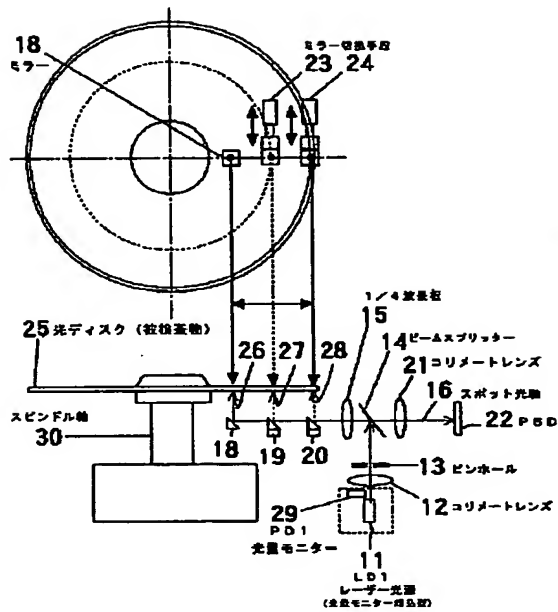
【図1】



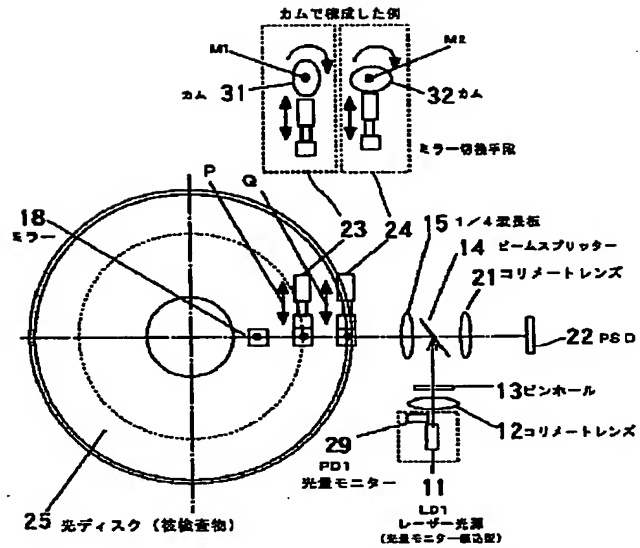
【図4】



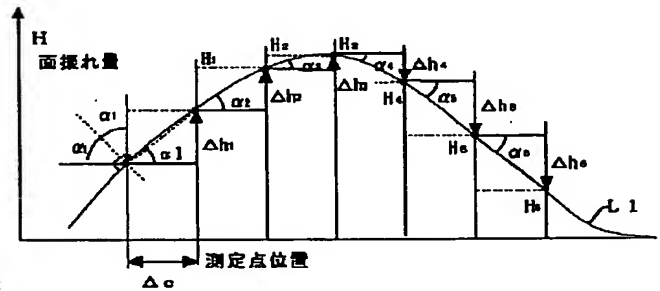
【図2】



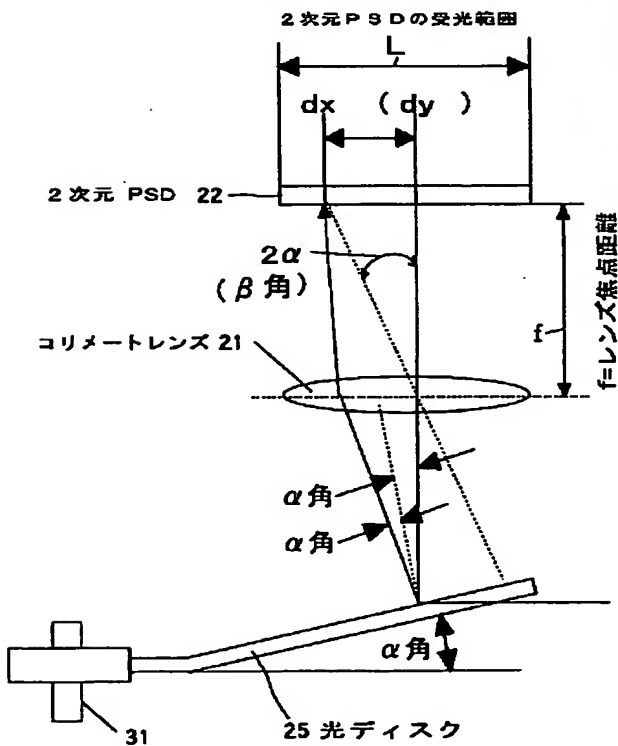
【図3】



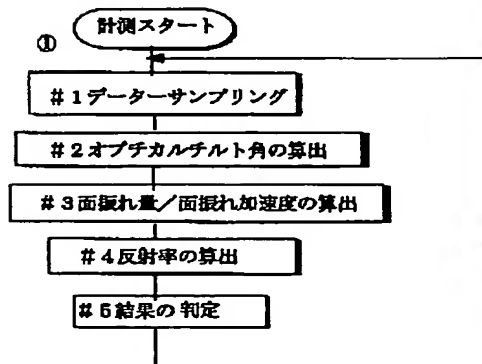
【図6】



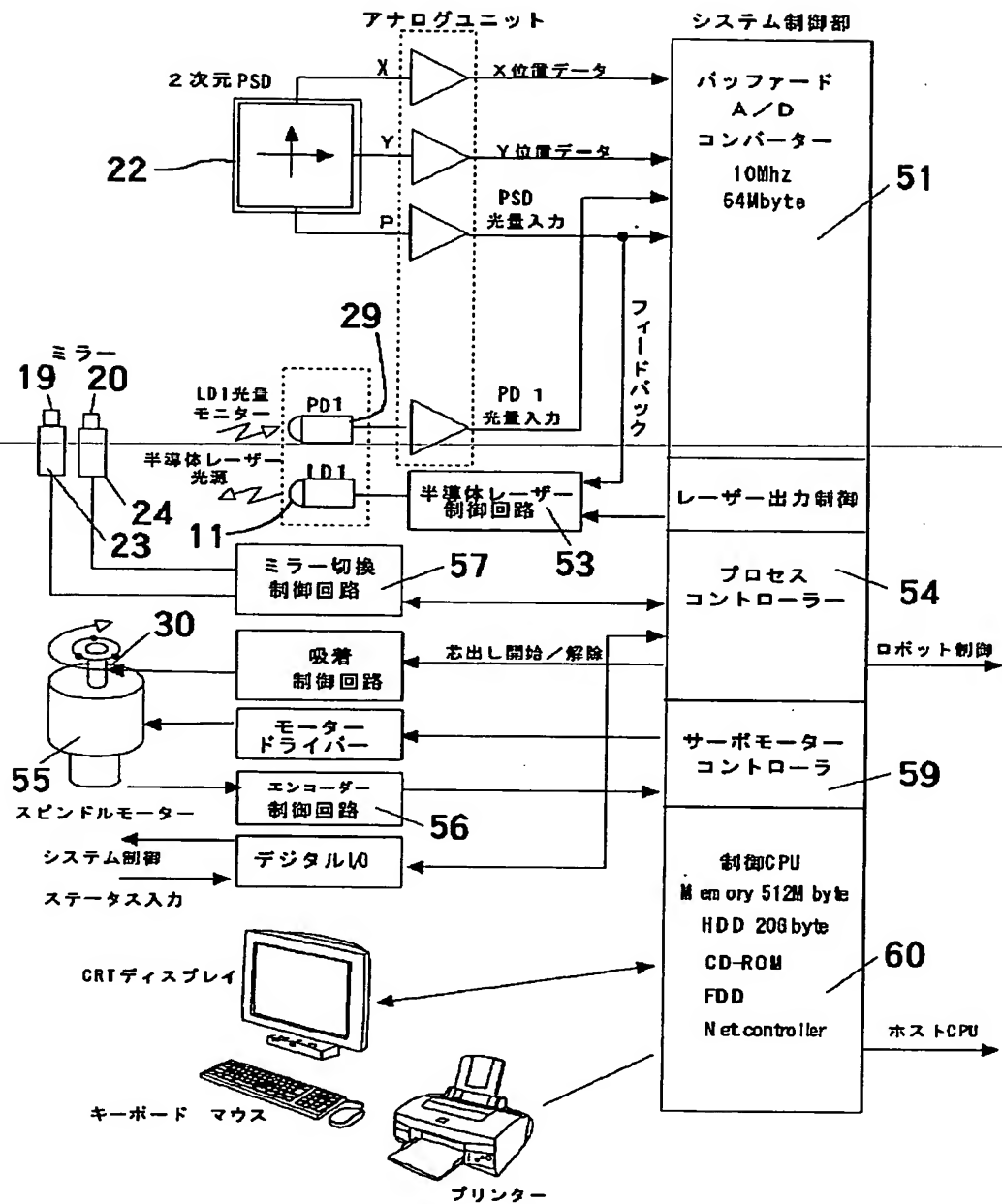
【図5】



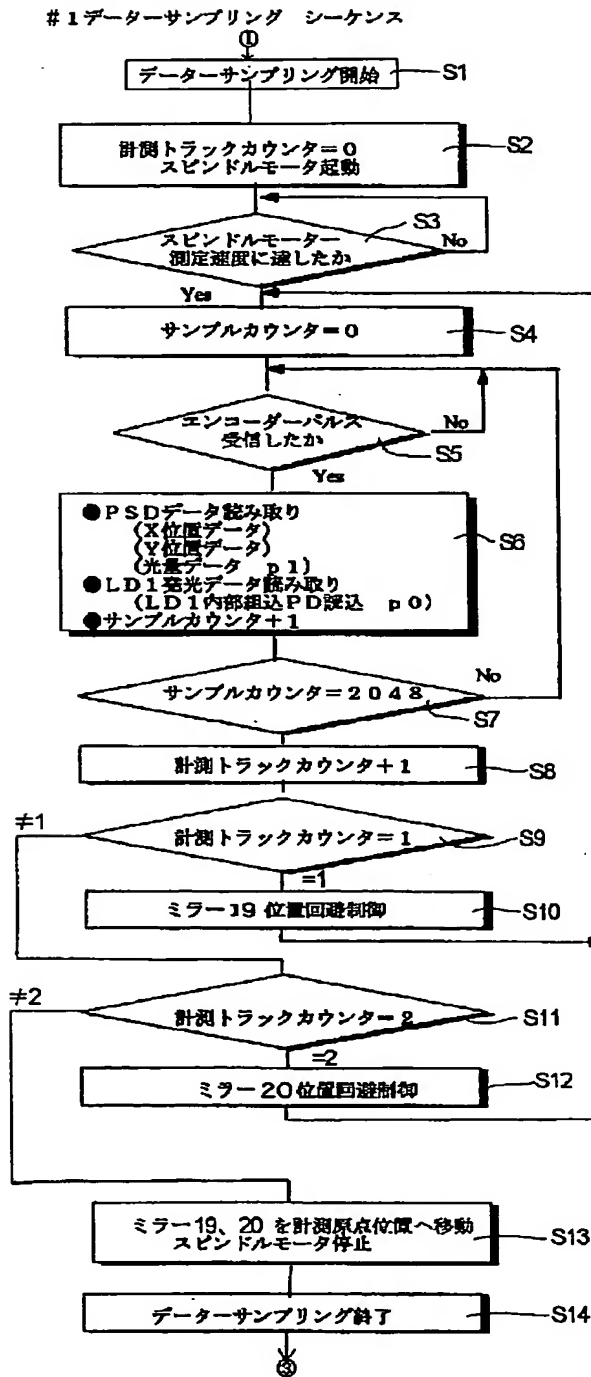
【図8】



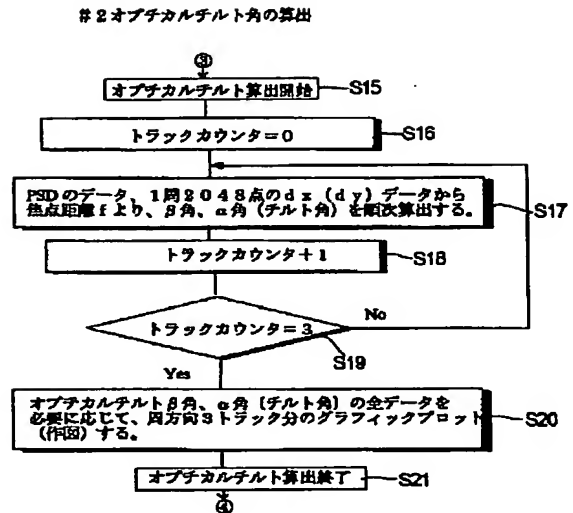
【図7】



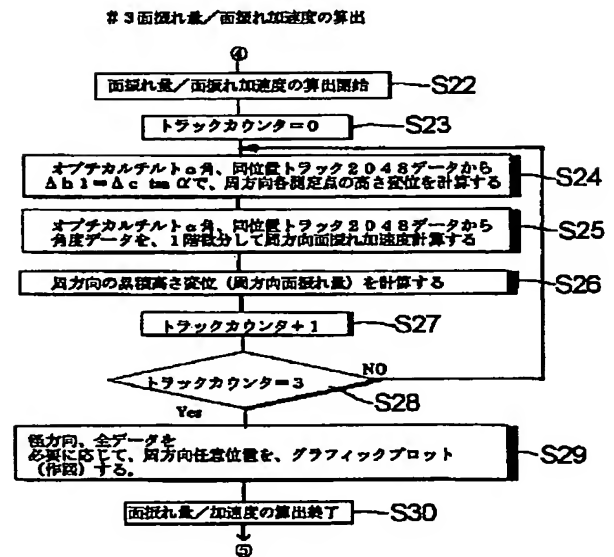
【図9】



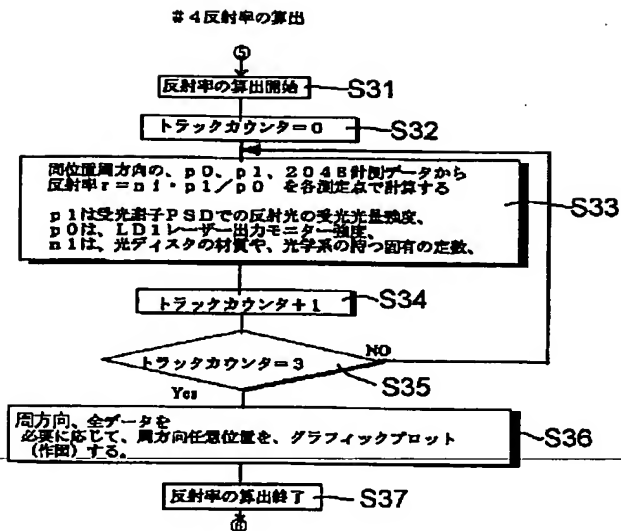
【図10】



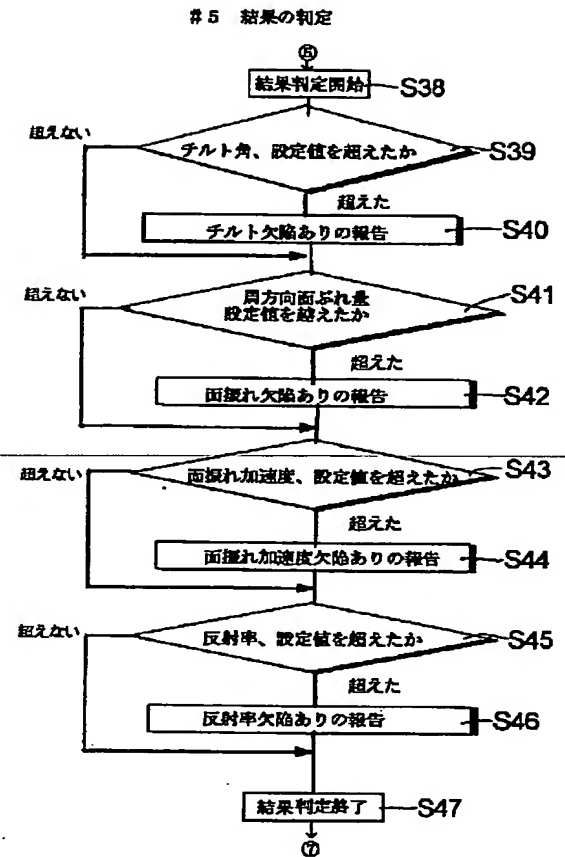
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA06 AA09 AA24 AA35 BB02  
 BB03 BB16 CC03 DD06 EE00  
 FF09 FF44 FF49 GG06 HH03  
 HH04 HH10 HH13 JJ03 JJ09  
 JJ16 LL04 LL12 LL30 LL36  
 LL46 LL62 MM04 MM16 NN02  
 NN19 PP13 QQ01 QQ03 QQ25  
 QQ28 QQ42 QQ51 SS03 SS13  
 2G086 EE02  
 5D090 AA01 CC16 CC18 EE18 HH01  
 JJ11 LL08  
 5D121 HH04 HH07 HH08 HH11 HH18

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**